

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-123978

(43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int.Cl.

H05B 33/22

H05B 33/10

H05B 33/14

H05B 33/26

(21)Application number : 10-297893

(71)Applicant : CHISSO CORP

(22)Date of filing : 20.10.1998

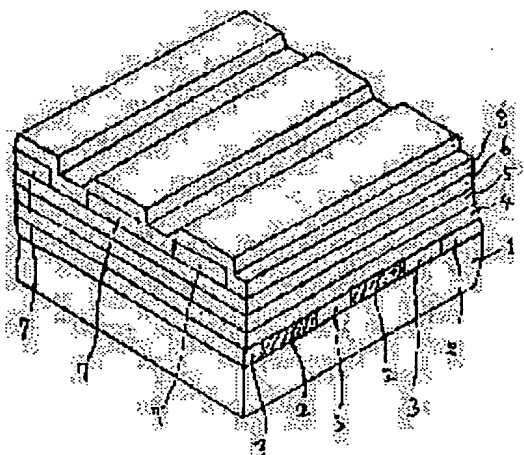
(72)Inventor : FURUKAWA KENJI
IZUMISAWA YUSHO
KOIKE TOSHIHIRO

(54) ORGANIC EL ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate crosstalk caused by a leakage current, light emission blur, the increase of negative electrode resistance value and the disconnection of negative electrodes by providing an insulating film for filling a space between a positive electrode and a positive electrode.

SOLUTION: An insulating film 3 is provided between a positive electrode 2 and a positive electrode 2 in almost the same thickness as the positive electrodes 2 to make step difference formed between the positive electrodes 2 extremely small. All of organic layers such as a hole injection transport layer 4, a light emitting layer 5 and an electron injection transport layer 6 are therefore almost flat layers of uniform thickness without forming a thin part, so that the electric field formed between the positive electrodes 2 and negative electrodes 7 is uniform. As a result, a leakage current and dielectric breakdown are hardly generated to prevent crosstalk and light emission blur. A plurality of negative electrodes 7 of band shape are provided on the surface of the electrode injection transport layer 6 parallel at spaces in a right-angled direction to the positive electrodes 2. Since the negative electrodes 7 are formed on a flat multilayer film, no thin part is formed to prevent the increase of resistance value and the disconnection of the negative electrodes.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
r gistration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-123978

(P2000-123978A)

(43) 公開日 平成12年4月28日 (2000.4.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 5 B 33/22		H 0 5 B 33/22	Z 3 K 0 0 7
33/10		33/10	
33/14		33/14	A
33/26		33/26	Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-297893

(22) 出願日 平成10年10月20日 (1998. 10. 20)

(71) 出願人 000002071

チッソ株式会社

大阪府大阪市北区中之島3丁目6番32号

(72) 発明者 古川 顯治

神奈川県横須賀市久里浜一丁目16番7-308号

(72) 発明者 泉澤 勇昇

神奈川県横浜市金沢区乙舩町10番2号

(72) 発明者 小池 俊弘

神奈川県横浜市金沢区乙舩町10番3号

Fターム (参考) 3K007 AB05 AB08 AB17 AB18 CA01

CB01 DA01 DB03 EA00 EA04

EB00 FA01

(54) 【発明の名称】 有機EL素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 陽極の段差に起因する発光のにじみ、クロストーク、陰極の断線を改善した有機EL素子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 透明基板の上にITO膜を形成し、ホトレジストマスクを用いてエッチングにより帯状の陽極を間隔をおいて平行に複数個形成する。次いでホトレジストマスクを残したまま、絶縁膜を前記陽極と陽極の間隙に陽極の厚さと同じ厚さに被着し、ホトレジストマスクをその上の絶縁膜と共に除去する。これにより陽極と絶縁膜とが交互に並んだ平坦面が得られ、陽極による段差がなくなる。陽極と絶縁膜の上に正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層を順次堆積する。電子注入輸送層の表面の陰極形成予定領域に開口を有するマスクを用いて、導体を蒸着して陰極を形成する。全表面を絶縁膜で被覆して有機EL素子にする。

【特許請求の範囲】

【請求項1】透明基板の片側表面に間隔をおいて平行に複数個設けられた帯状の透明導体の陽極と、該陽極と陽極との間の間隔を埋める絶縁膜と、該陽極及び絶縁膜の表面に設けられた発光層を含む有機多層膜と、該有機多層膜の表面に前記陽極とは直角方向に間隔をおいて平行に複数個設けられた帯状の陰極とを備えたことを特徴とする有機EL素子。

【請求項2】絶縁膜の屈折率が、陽極の屈折率と同等もしくはそれより小さく、かつ、透明基板の屈折率より大きいことを特徴とする請求項1記載の有機EL素子。

【請求項3】透明基板の片側表面に帯状の透明導体の陽極を間隔をおいて平行に複数個形成する工程と、該陽極と陽極との間の間隔を埋めるように絶縁膜を形成する工程と、該陽極及び絶縁膜の表面に発光層を含む有機多層膜を形成する工程と、該有機多層膜の表面に前記陽極とは直角方向に間隔をおいて平行に複数個の帯状の陰極を形成する工程とからなることを特徴とする有機EL素子の製造方法。

【請求項4】透明基板の片側表面に帯状の透明導体の陽極を間隔をおいて平行に複数個形成する工程と、該陽極と陽極との間の間隔を埋めるように絶縁膜を形成する工程とが、透明基板の片側表面に透明導体の膜を形成する工程と、該透明導体の上にホトレジスト膜を形成する工程と、陽極を形成する領域のみホトレジスト膜を残し他を除去する工程と、該ホトレジスト膜が除去されてホトレジスト膜に覆われていない前記透明導体の膜を除去する工程と、前記陽極とほぼ同じ厚さに絶縁膜を被着する工程と、前記陽極上のホトレジスト膜をその上の絶縁膜と共に除去する工程とからなることを特徴とする請求項3記載の有機EL素子の製造方法。

【請求項5】陽極と陽極との間隔を埋めるように絶縁膜を形成する工程が、陽極が形成されている透明基板の表面に前記陽極とほぼ同じ厚さに絶縁膜を形成する工程と、化学的機械的研磨法を用いて前記陽極表面が露出するまで前記絶縁膜を研磨除去する工程とからなることを特徴とする請求項3記載の有機EL素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機EL素子とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

【0003】従来、有機EL素子は、ガラスのような透明基板の上に陽極、有機発光層、陰極をこの順序に積層した構造を有しており、文字や図形の表示を行う有機EL素子は、陽極と陰極とを交差させてドット・マトリクスが形成される構造になっている。有機発光層には、有機化合物の単層、正孔注入輸送層と電子注入輸送層とからなる二層、正孔注入輸送層と発光層と電子注入輸送層

とからなる三層、正孔注入輸送層及び電子注入輸送層をそれぞれ複数層で構成した多層等の種類があり、さらに正孔注入輸送層と電子注入輸送層との間に赤緑青の三色の有機発光層を備えたフルカラー表示を可能にしたものもある。この構造において、陽極と陰極との間に通電すると、陽極と陰極とが交差した点以外の陽極と陰極との間に漏れ電流が流れ、非所望点が発光してしまう、いわゆるクロストークと呼ばれる現象が起こることがある。また、発光の「にじみ」という現象も起こることがある。

【0004】従来、知られている有機EL素子の第1の例について図8を用いて説明する。

【0005】ガラス等の透明基板1の上にITO（インジウム錫酸化物）の透明導体を用いて複数の帯状の陽極2を各々が平行となるように形成する。該陽極2の上に正孔注入輸送層4を形成する。正孔注入輸送層4の上に発光層5を形成する。発光層5の上に電子注入輸送層6を形成する。電子注入輸送層6の上に、陽極2とは直交する方向に陰極7を形成する。正孔注入輸送層4、発光層5、電子注入輸送層6は絶縁体である。

【0006】このように構成された有機EL素子は、陽極2の端に段差を生じ、段差部分に形成された正孔注入輸送層4、発光層5、電子注入輸送層6からなる有機層および陰極7の厚さが薄くなる。有機層が薄くなると、陽極2と陰極7との間の間隔が狭くなり、電界強度が増大し、陽極2と陰極7との間に漏れ電流が流れ易くなる。この漏れ電流がクロストークや発光のにじみの発生の原因となる。また、有機層が薄くなると有機層の絶縁破壊が起こり易くなり、陽極-陰極間の短絡が起こり、有機EL素子が破壊してしまうという問題が起こる。

【0007】さらに、陰極7が薄くなると抵抗値が増大し、発熱が増大するという問題が起こるのみならず、場合によっては陰極7が断線し、有機EL素子が破壊されてしまうという問題が起こる。かかる問題を解決するため、段差を小さくしようとすると、陽極2を薄くしなければならず、陽極2を薄くすると陽極の抵抗値が増大するという問題が起こる。陽極の抵抗値を小さくしようとすると陽極を厚くしなければならず、陽極を厚くすると段差が大きくなり、上記の問題が起こる。これらの問題のうち、クロストークと発光のにじみを低減するための提案がいくつかなされている。

【0008】従来からある有機EL素子の第2の例について図9を用いて説明する。この製造方法は、特開平3-233891号公報に開示された方法である。

【0009】まず、図9(a)に示すように、ガラス基板31の上にITO（インジウム錫酸化物）の透明導体をスパッタリング法や蒸着法によって形成し、リソグラフィ法によって複数の帯状の陽極32を各々が平行となるように形成する。

【0010】次に、図9(b)に示すように、正孔輸送

層33を蒸着法等によって形成する。

【0011】次に、図9(c)に示すように、正孔輸送層33の上に蒸着法等によって複数の島状のEL層34を陽極32に沿って形成する。このようにして、マトリクス状に配置された独立した複数の発光領域のEL層34が形成される。

【0012】次に、図9(d)に示すように、EL層34を形成した正孔輸送層33の上に、陽極32とは直交する方向に、かつEL層34のそれぞれが交点となるように対応させて陰極35を蒸着法により形成する。

【0013】次に、図9(e)に示すように、陰極35を含む表面に絶縁体層36を形成する。

【0014】このように島状のEL層34を形成することにより発光領域の周囲のクロストークや発光のにじみが減少する効果があると言われている。しかしながら、正孔輸送層33は段差部分で薄いまま残されており、その上に陰極35が直接被着されるから、EL層34が無い分だけ陽極—陰極間の間隔が狭くなり、図8に示す従来素子よりも電界強度が増大し、陽極32と陰極35との間に漏れ電流が流れ易くなり、漏れ電流によるクロストークや発光のにじみが増大するという問題が起こる。また、陽極—陰極間の間隔が狭くなっているから、陽極—陰極間の短絡が起こり易くなり、有機EL素子が破壊し易くなる。

【0015】さらに、陰極35については、陽極32とEL層34によって二つの段差が形成されるため、図8の従来素子よりも段差が大きくなり、段差部分での陰極35の厚さが従来品より薄くなり、抵抗値がより増大し、発熱が増大するのみならず、陰極35が断線し易くなり、有機EL素子が破壊し易くなるという問題が起こる。

【0016】さらに、マトリクス状に配置された独立した複数の島状のEL層34を形成させるために余分のマスクを必要とし、マスクの開口部を陽極32と陰極35との交差点に位置合わせするのに手間がかかるという問題がある。また、このような微細な開口部を有するマスクを製造するのに工数がかかり、マスクが高価になるという問題がある。

【0017】図11は従来からある有機EL素子の第3の例を説明するために製造工程順に示した断面図である。この有機EL素子の製造方法は、特開平3-250583号公報に開示された方法である。

【0018】まず、図11(a)に示すように、ガラス基板41の上にITOの透明導体で複数の陽極42を形成する。その表面に感光性ポリイミドを塗布し、発光パターンのマスクを通して露光し、現像して感光した部分のポリイミドを除去した後、180℃のオープン中で30分、300℃のオープン中で30分加熱してポリイミドの層間絶縁膜43を形成する。層間絶縁膜43の開口部44は、陽極42の上の一部にのみ形成され、陽極4

2の端部は層間絶縁膜43で覆われている。

【0019】次に、図11(b)に示すように、蒸着マスク51の開口部52が層間絶縁膜43の開口部44を内側に含むように位置合わせした後、密着させて所望の色を発光する有機発光層、例えば赤色発光有機物の発光層45aを蒸着により形成し、続いて同じ蒸着マスク51を設置したまま対向電極となる陰極46aを蒸着法などによって形成する。多色EL素子を製造する場合は、緑色及び青色発光層が形成される隣の陽極42の上はマスク51で覆われている。

【0020】次に、図11(c)に示すように、発光層45aと陰極46aが形成された部分を覆い、隣の陽極42の上に開口部54を有するマスク53を、前と同様に位置合わせした後、密着させて所望の色を発光する有機発光層、例えば緑色発光有機物の発光層45bを蒸着により形成し、続いて同じ蒸着マスク53を設置したまま対向電極となる陰極46bを蒸着法などによって形成する。青色発光層とその上の陰極の形成も同様に行う。

【0021】この製造方法によれば、蒸着のだれが生じないので発光面の均一性が高いという。また、発光層の蒸着マスクと対向電極の蒸着マスクの交換を必要としないので、形成面の汚染がなく良品の素子が製造できるという。

【0022】上記第3の例の有機EL素子の製造方法における問題点を図12に示す断面図を用いて説明する。

【0023】図12(a)に示すように、層間絶縁膜43bは、実際には陽極42の厚さの分だけ段差を生じ、窪みを生じている。図11では、陽極42aと陽極42bとの間の層間絶縁膜43は平坦に描いているが、実際には図12(a)に示すように窪みを生じている。真空蒸着やスパッタリング法で有機EL層や陰極を形成する場合、蒸着源からの蒸着粒子は半球面に広がって行くから、蒸着源の真上以外の場所では被蒸着物に対して蒸着粒子は斜めに入射する。蒸着粒子の入射角は蒸着源の真上から離れれば離れる程大きくなる。図12(a)に示すように、蒸着粒子線47が傾斜入射した場合、マスク51の影になる部分に空隙55が発生する。第3の例においては、有機発光層45aと陰極46aとは同じ蒸着マスク51を使用するから、蒸着マスク51の厚さは、有機発光層45aの厚さと陰極46aの厚さとの和よりも厚くなければならない。実際には蒸着マスク51の厚さは10μm以上あり、有機発光層45aと陰極46aの厚さは0.2~0.3μm程度であるから、空隙55は大きいものとなる。それ故、図11(a)に示したような直線で仕切ったような空隙とはならず、蒸着粒子の廻り込みにより、境界がぼやけた空隙となる。

【0024】図12(b)に示すように、隣の陽極42bの上に別の色の有機発光層45bと陰極46bを形成する場合、マスク53は陰極46aに密着して設置され

るから、絶縁膜43a～43cとマスク53との間に空隙56ができ、空隙55は広がる。この状態で蒸着を行うと有機発光層45bと陰極46bの側面は傾斜面となり、さらに空隙57を生じる。これらの空隙56、57のために蒸着粒子が廻り込み易くなり、蒸着だれが起こるのみならず、廻り込み粒子が陽極42bの露出面42sに付着して、ここから発光して発光のにじみやクロストークを生じるという問題が起こる。

【0025】また、上記第3の例では、同じマスクを用いて発光層の蒸着と対向電極の蒸着を行うので、陽極と陰極とが同一方向になり、直角方向に交差しない。従って、筋状（縞状）の発光パターンを得ることはできるが、ドット・マトリクス of 発光パターンを得ることはできず、文字や図形等の情報表示には使用できないという欠点がある。

【0026】従来から知られている有機EL素子の第4の例を図13に示す斜視図を用いて説明する。この有機EL素子の製造方法は、特開平4-51494号公報に開示された方法である。

【0027】ガラス基板61の上にITOの透明導体をスパッタリング法や蒸着法によって形成し、リソグラフィ法によって複数の帯状の陽極62を各々が平行となるように形成する。次に、後で作られる陰極と交差する位置の陽極62の上に開口Wを有する絶縁膜63を形成する。開口Wは、その一辺が陽極62及び陰極の幅より小さい四角形にする。

【0028】次に、正孔輸送層64を蒸着法などによって形成し、その上に有機EL層65を形成する。正孔輸送層64及び有機EL層65は、開口Wの所で落ち込む。

【0029】次に、EL層65の上に、陽極62とは直交する方向に、かつ開口Wが陽極62との交点となるように陰極66を形成する。陰極66は、開口Wの一辺より大きい幅に作られているから開口Wを覆っており、開口Wの所で落ち込んでいる。

【0030】この構造にすると、陽極62と陰極66とが交差する位置にのみ開口Wが設けられているから、陽極62からの電流は、開口Wのみを通過して流れ、開口W内の有機EL層65のみが発光するので、発光のにじみ、やクロストークは起こらないという。また、陽極62の段差部分で絶縁膜63、陽極62、陰極65は薄くなるが、絶縁膜63が加わったため、陽極—陰極間隔は従来より広がっており、漏れ電流や陽極—陰極間短絡は低減される。

【0031】しかしながら、絶縁膜63に開口Wを形成する時、ホトレジストの塗布、露光現像、絶縁膜63のエッチングというホトリソグラフィ工程を行うため余分の工数がかかる上に露光用マスクが開口Wからずれないように位置合わせする必要があるから、位置合わせする手間がかかるという問題がある。

【0032】また、陰極形成時にも陰極66が開口Wからずれないように陰極形成用マスクの位置合わせをする必要があるから、位置合わせをするために2度手間がかかるという問題がある。さらに、露光用マスクを新たに必要とし、その上微細な孔部を有する露光用マスクを製造しなければならないので、高価な露光用マスク代が余分にかかるという問題がある。また、ITOの陽極62の上で絶縁膜63に開口Wを形成するのは難しい作業と思われるが、開口Wを形成方法については、特開平4-51494号公報に開示されていない。

【0033】従来の有機EL素子の第5の例を図14に示す一部切欠き斜視図および断面図を用いて説明する。この有機EL素子の製造方法は、特開平7-22177号公報に開示された方法である。

【0034】ガラス、プラスチック等の透明基板71の上にITOの透明導体をスパッタリング法や蒸着法によって形成し、リソグラフィ法によって複数の帯状の陽極72を各々が平行となるように形成する。次に、絶縁性感光レジストを塗布し、露光現像するホトリソグラフィ法によって陽極72上に孔部74を有する絶縁性の非発光層73を形成する。電解重合法により発光層76を形成する。発光層76は、図14(a)に示すように、一層にすることもできるし、図14(b)に示すように、発光層を正孔輸送層75、発光層76、電子輸送層77からなるダブルヘテロ構造にすることもできる。絶縁性の非発光層73は、陽極72と発光層76の合計厚さ、または陽極72、正孔輸送層75、発光層76、電子輸送層77の合計厚さと同じ厚さに形成する。次に、非発光層73と電子輸送層77の上に、陽極72とは直交する方向に陰極78を形成する。

【0035】この構造にすると、非発光層73が存在するから、電力線は陽極72から陰極78へ直線状に伸び、一様電界が形成され、また、発光層が陽極72の上にのみ存在するから、発光のにじみやクロストークが無い優れた有機EL素子が得られるという。

【0036】しかしながら、絶縁性感光レジストに孔部74を形成する時、絶縁性感光レジストの塗布、露光現像、非発光層73のエッチングというホトリソグラフィ工程を行うため余分の工数がかかる上に露光用マスクが孔部74からずれないように位置合わせする必要があるから、位置合わせする手間がかかるという問題がある。また、陰極形成時にも陰極78が孔部74からずれないように陰極形成用マスクの位置合わせをする必要があるから、位置合わせするために2度手間がかかるという問題がある。さらに、露光用マスクを新たに必要とし、その上微細な孔部を有する露光用マスクを製造しなければならないので、高価な露光用マスク代が余分にかかるという問題がある。

【0037】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、

陽極の段差に起因するクロストーク、発光のにじみを解決すべく種々の提案がなされているが、段差部分で有機層が薄くなることによる漏れ電流、陽極—陰極間短絡の発生、段差部分で陰極が薄くなることによる陰極抵抗値の増大、陰極の断線という問題が未解決のまま残されていたり、上記問題は解決されたが、そのために製造工程が増えて工数が増大し、高価なマスクを必要とし、コスト高になるという問題があった。

【0038】本発明の目的は、陽極の段差部分で有機層が薄くなることによる漏れ電流、陽極—陰極間短絡の発生、段差部分で陰極が薄くなることによる陰極抵抗値の増大、陰極の断線という問題を簡単な手段で解決し、漏れ電流によるクロストーク、発光のにじみ、陰極抵抗値の増大、陰極の断線が無く、少ない工数で低コストで製造できる有機EL素子及びその製造方法を提供することにある。

【0039】

【課題を解決するための手段】（1）本発明の第1の発明は、透明基板の表面に間隔をおいて平行に複数個設けられた帯状の透明導体の陽極と、該陽極と陽極との間を埋める絶縁膜と、該陽極及び絶縁膜の表面に設けられた発光層を含む有機多層膜と、該有機多層膜の表面に前記陽極とは直角方向に間隔をおいて平行に複数個設けられた帯状の陰極とを備えたことを特徴とする有機EL素子である。

【0040】（2）本発明の第2の発明は、前記絶縁膜の屈折率が、前記陽極の屈折率と同等もしくはそれより小さく、かつ前記透明基板の屈折率より大きいことを特徴とする前記第1項記載の有機EL素子である。

【0041】（3）本発明の第3の発明は、透明基板の表面に透明導体で帯状の陽極を間隔をおいて平行に複数個形成する工程と、該陽極と陽極との間を埋めるように絶縁膜を形成する工程と、該陽極及び絶縁膜の表面に発光層を含む有機多層膜を形成する工程と、該有機多層膜の表面に前記陽極とは直角方向に間隔をおいて平行に複数個帯状の陰極を形成する工程とを備えたことを特徴とする有機EL素子の製造方法である。

【0042】（4）本発明の第4の発明は、前記透明基板の表面に透明導体で帯状の陽極を間隔をおいて平行に複数個形成する工程と、該陽極と陽極との間を埋めるように絶縁膜を形成する工程とが、前記透明基板に前記透明導体の膜を形成する工程と、該透明導体の膜の上にホトレジスト膜を形成する工程と、前記陽極を形成する領域のみ前記ホトレジスト膜を残し他を除去する工程と、前記ホトレジスト膜に覆われていない前記透明導体の膜を除去する工程と、表面に前記陽極とほぼ同じ厚さに絶縁膜を被着する工程と、前記陽極上のホトレジスト膜をその上の絶縁膜と共に除去する工程とからなることを特徴とする前記第3項記載の有機EL素子の製造方法である。

【0043】（5）本発明の第5の発明は、前記陽極と陽極との間を埋めるように絶縁膜を形成する工程が、前記陽極が形成されている透明基板の表面に前記陽極とほぼ同じ厚さに絶縁膜を形成する工程と、化学的機械的研磨法を用いて前記陽極表面が露出するまで前記絶縁膜を研磨除去する工程とからなることを特徴とする前記第3項記載の有機EL素子の製造方法である。

【0044】

【発明の実施の形態】本発明の第1の発明についてその実施の形態及び実施例を図1に示す斜視図を用いて説明する。

【0045】ガラスのような透明基板1の上にITO（インジウム錫酸化物）の透明導体で帯状の陽極2を間隔をおいて平行に複数個形成する。陽極の幅および陽極間の間隔は特に限定されないが、通常陽極の幅は $50\mu\text{m}\sim 5\text{mm}$ 、陽極間の間隔は $1\mu\text{m}\sim 1\text{mm}$ であり、本実施例においては $500\mu\text{m}$ とした。陽極2の厚さは、例えば 500nm の厚さに形成する。陽極2の厚さは、従来 $100\sim 250\text{nm}$ 程度であるが、本実施例では陽極の抵抗値を従来の半分にするため厚さを 500nm にしている。

【0046】抵抗値を従来の $1/5$ にしたいときは、陽極2の厚さを従来の5倍の厚さにすればよい。本発明では、後述のように陽極による段差の悪影響を消去できるから、陽極の厚さを任意の厚さにすることができる。陽極と陽極との間の露出している透明基板1の表面に陽極2とほぼ同じ厚さに絶縁膜3を形成して陽極と陽極との間を絶縁膜で埋める。絶縁膜で埋めるのは陽極2による段差を小さくして段差による悪影響を消去するためのものであるから、陽極2と絶縁膜3の表面が同一平面となるのが望ましいが、同一平面にするのは難しいので、可能な限り同一平面に近くなるように絶縁膜3の厚さを調整する。

【0047】しかしながら、陽極2と絶縁膜3の表面が同一平面に近くなければならないというものではない。例えば、絶縁膜3の厚さを陽極2の厚さの半分あるいは1.5倍にすると段差は半分になるので、段差が小さくなった分だけの効果を生ずる。

【0048】陽極2と絶縁膜3の表面に、有機多層膜を構成する正孔注入輸送層4を、本実施例では 50nm の厚さに形成する。該正孔注入輸送層4の厚みは、特に限定されないが、通常 $10\sim 100\text{nm}$ 程度である。陽極2と絶縁膜3の表面はほぼ同一平面に形成されており、段差がないから、正孔注入輸送層4はほぼ平坦となり、従来のような波を打つことはない。正孔注入輸送層4の材料として、例えば、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(TPD)を使用することができる。

【0049】正孔注入輸送層4の上に発光層5を、本実

施例では15nmの厚さに形成する。該発光層5の厚みは特に限定されないが、通常2~100nm程度で、該発光層の材料としては例えば、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)(Alq₃)を使用することができる。

【0050】発光層5の上に、有機多層膜を構成する電子注入輸送層6を、例えば35nmの厚さに形成する。該電子注入輸送層6の厚みも特に限定されないが、通常10~100nmであり、該電子注入輸送層の材料としては、例えば、1,1-ジメチル-3,4-ジフェニル-2,5-ビス{6-(2-ピリジル)ピリジン-2-イル}シラシクロペンタジエン(PyPySLPyPy)を使用することができる。

【0051】電子注入輸送層6の表面に陽極2とは直角方向に帯状の陰極7を間隔をおいて平行に複数個設ける。該陰極の幅および陰極間の間隔は特に限定されず、通常陰極の幅は50μm~5mm、陰極間の間隔は1μm~1mmであり、本実施例では500μmとした。該陰極7は、例えばMgとAgとを共蒸着してMg-Ag合金を200nmの厚さに堆積することにより形成される。該陰極の厚みも特に限定されないが、通常10nm~1μmであり、該陰極7の材料として、Mg-Ag以外にAl、Mg、Ca、In、Al-Li、Mg-In、LiF/Al、Al₂O₃/Al等を使用することができる。ここで、LiF/Al、Al₂O₃/Alは、LiFまたはAl₂O₃を0.5~5nmの厚さに堆積し、その上にAlを10~200nmの厚さに堆積した構造を意味する。

【0052】陰極7及び露出している電子注入輸送層6の表面に絶縁膜8を、例えば300nmの厚さに形成する。絶縁膜8の厚みも特に限定はないが、通常1nm~1μmである。該絶縁膜の材料としては、例えばSiO₂、SiO₂、SiN、Si₃N₄、AlO₂、Al₂O₃、Y₂O₃等の無機絶縁体やホトレジストとして使用される感光性のポリカーボネート、ポリエステル、ポリイミド等の有機絶縁体等を使用することができる。

【0053】上記の説明から明らかなように、陽極2と陽極2との間に陽極2とほぼ同じ厚さの絶縁膜3を設けて陽極による段差を極めて小さくしたので、正孔注入輸送層4、発光層5、電子注入輸送層6等の有機層はいずれもほぼ平坦な一様の厚さの層となり、薄い部分がないので、陽極と陰極との間に形成される電界は一様電界となり、このため漏れ電流、絶縁破壊が起こり難くなり、クロストークや発光のにじみを防ぐことができる。

【0054】また、陰極は平坦な有機多層膜の上に形成されるから、薄い部分ができず、抵抗値の増大や陰極の断線を生じない。絶縁膜3が無い従来の構造では、陽極2の角で正孔注入輸送層4、発光層5、電子注入輸送層6等の有機物層の厚さが極めて薄くなり、陽極2と陰極7との間が狭くなり、電界強度が大きくなり、電流のリ

ークや絶縁破壊が起こり易かった。このため、クロストークや発光のにじみが起こり易かった。また、段差部で陰極の厚さが薄くなり、抵抗値の増大や断線を生じていた。

【0055】本発明では、陽極2と絶縁膜3の表面がほぼ同一平面となるように形成したことにより有機物層の厚さが均一になっており、薄い部分ができないから、陽極2と陰極7との間に形成される電界は一様電界となり、電流のリーク、絶縁破壊、発光のにじみが生じない。また、陰極は平坦面に形成されるから、厚さが一定になり、従来のような段差部での抵抗値の増大や断線を生じない。

【0056】絶縁膜3を設けることは上述のような効果があるのであるが、絶縁膜3の屈折率を選択すればさらに発光のにじみを改良することができる。

【0057】次に、絶縁膜3の屈折率を特定の範囲内に限定する第2の発明の実施の形態及び実施例を、光路を示した図2の部分断面図(図1の有機EL素子の断面図)を用いて説明する。

【0058】発光層5の一点Pから発光があったとする。陽極2、透明基板1に垂直に入射した光L₁は屈折することなく透明基板正面から出て行く。陽極2に斜めに入射した光L₂は屈折しながら透明基板正面から出て行く。陽極2に入射しなかった光L₃は屈折しながら透明基板正面から出て行くのであるが、光L₃は本来の発光領域(陽極2と陰極7とが交差する領域)以外の非発光領域に出る光であるから、発光のにじみとなるので、このような光は少なくしたい。なるべく光L₄のように透明基板1内で全反射を繰り返しながら側面に出て行くようにするか、光L₅のように絶縁膜3内で、あるいは絶縁膜3と陽極2との内で全反射を繰り返しながら側面に出て行くようにするか、あるいは光L₆~L₇のように発光領域に出て行くようにする。

【0059】一般に、屈折率n₁の媒体1と屈折率n₂の媒体2とが接しており、光が入射角θ₁で媒体1に入射し、媒体2で角度θ₂で屈折したとすると、屈折は次式(1)で表される。

【0060】

$$\text{【数1】 } \sin \theta_1 / \sin \theta_2 = n_2 / n_1 \quad (1)$$

【0061】そして、n₁ > n₂ のとき、全反射角をθ_cとすると、全反射角θ_cは次式(2)で表される。

【0062】

$$\text{【数2】 } \sin \theta_c = n_2 / n_1 \quad (2)$$

【0063】上記第1の発明の実施例で用いた各物質の屈折率は後述の表1の通りである。

【0064】

【表1】

物質名	屈折率
SiO ₂ (透明基板)	1.46
ITO (陽極)	1.8~2.1
TPD (正孔注入輸送層)	1.76
Alq ₃ (発光層)	1.7

【0065】まず、非発光領域に出る光L₃のような光を少なくし、光L₄のような光を多くして発光のにじみを減らしたい。そのためには絶縁膜3の屈折率が透明基板1の屈折率より大きいことが必要である。絶縁膜3の屈折率が透明基板1の屈折率よりも大きければ大きい程屈折角θ₂が大きくなるから、透明基板1内での全反射が起こり易くなる。換言すれば、光L₄のような光が増え、光L₃のような光が減ることになる。

【0066】表1に示したように、透明基板1の屈折率は1.46、空気の屈折率はほぼ1であるから、絶縁膜3の屈折率を透明基板1の屈折率より大きくすることによって光L₄のような光を増やし、図2に示す光L₃のような光を少なくし、発光のにじみを減らすことができる。

【0067】絶縁膜3の屈折率が透明基板1の屈折率より大きいとき、光L₅のように絶縁膜3内で全反射を繰り返しながら側面に（紙面に垂直な方向に）出て行くか、あるいは図示するように陽極2に入ろうとする光が生ずる。発光のにじみを減らすためには、光が非発光領域に行かず、発光領域に行くようにするのが好ましい。そのためには、絶縁膜3の屈折率が陽極2の屈折率と同等かそれより小さければ光L₅のように陽極2に入り易くなる。従って、絶縁膜3の屈折率は、透明基板1の屈折率より大きく、かつ陽極2の屈折率と同等かそれより小さいことが好ましい。

【0068】表1に示すように、正孔注入輸送層4の屈折率は、材料の種類にもよるが1.7~1.8程度のもものが多く、例えば、TPDの場合1.76で、透明基板1の屈折率より大きく、ITO陽極の屈折率より小さい。もし絶縁膜3の屈折率が正孔注入輸送層4の屈折率より大きければ、光L₆のように、全反射することなく絶縁膜3に入り、続いて透明基板1に入る。

【0069】透明基板1に入った光は、透明基板と空気との界面に対する入射角により透明基板内で全反射を繰り返しながら側面に（紙面に垂直な方向に）出て行くか、あるいは透明基板正面から出て行く。逆に、絶縁膜3の屈折率が正孔注入輸送層4の屈折率より小さければ、光L₇のように、絶縁膜3との界面で全反射し易くなる。通常、陽極2の屈折率の方が正孔注入輸送層4の屈折率より大きいから、正孔注入輸送層4から陽極2

に入り、続いて透明基板1に入り、透明基板正面から出て行く光が増加する。

【0070】以上の説明から、絶縁膜3の屈折率を陽極2の屈折率と同等もしくはそれより小さく、かつ透明基板1の屈折率より大きくすると、非発光領域への光の射出が低減し、発光のにじみが減少することが分かる。

【0071】第2の発明にあつては、絶縁膜3の屈折率nは、 $1.46 < n \leq 2.1$ の範囲にある物質を選択すれば良いことが分かる。表2に上記範囲を満足する物質名と屈折率を示す。

【0072】

【表2】

物質名	屈折率
LaF ₃	1.59
NdF ₃	1.6
Al ₂ O ₃	1.62
CeF ₃	1.63
PbF ₂	1.75
MgO	1.75
ThO ₂	1.8
SnO ₂	1.9
La ₂ O ₃	1.95
SiO	1.7~2.0
In ₂ O ₃	2.0
Nd ₂ O ₃	2.0
Sb ₂ O ₃	2.04
ZrO ₂	2.1

【0073】図3は図1に示す本発明の第1の発明の実施例と従来品の電圧—電流曲線の特性図である。

【0074】曲線21は第1の発明の実施例で得られた有機EL素子の特性を示し、曲線22は従来品の特性を示す。従来品は、陽極と陽極との間、及び陰極と陰極との間に絶縁膜3がない以外は第1の発明の実施例と同じ構成である。図3から明らかなように、従来品は、漏れ電流が低電圧領域で発生しているのに対して、本発明品は漏れ電流がなく、良好な特性を示している。漏れ電流がないということは、クロストークがないことを示している。

【0075】次に、本発明の第3の発明の実施の形態及び実施例について図4の斜視図を用いて説明する。

【0076】該第3の発明の実施の形態及びその実施例は、正孔注入輸送層4と電子注入輸送層6の2層で発光層を形成する例である。正孔注入輸送層4として、例えばN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチル

フェニル) 1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン (TPD) を 50 nm の厚さに、電子注入輸送層 6 として、例えば、トリス (8-キノリノラト) アルミニウム (III) (Alq_3) を 50 nm の厚さに形成する。正孔注入輸送層 4 および電子注入輸送層 6 の厚みは特に限定されないが、上記本発明の第 1 の発明の実施の形態で示した厚みを例示できる。それ以外は、第 1 の発明の実施の形態の例と同じである。そして効果も同じである。

【0077】第 3 の発明の実施の形態の内、発光層 5 を 1 層で形成した例を図 5 の斜視図を用いて説明する。

【0078】図 5 に示した例は、発光層 5 を 1 層で形成した例である。発光層 5 は、例えばトリス (8-キノリノラト) アルミニウム (III) (Alq_3) を 100 nm の厚さに形成するが該厚みは前記第 1 の発明の実施の形態で説明したように特に限定されないが、通常 30 ~ 300 nm である。それ以外は、第 1 の発明の例と同じである。そして効果も同じである。

【0079】本発明の第 4 の発明の実施の形態及びその実施例を図 6 の工程順に示した断面図を用いて説明する。

【0080】まず、図 6 (a) に示すように、ガラスのような透明基板 1 の上に ITO の透明導体膜を蒸着法で、例えば 500 nm の厚さに形成する。この上にホトレジスト膜を塗布し、選択露光し現像してホトレジストのマスク 11 を形成する。マスク 11 を保護材にして ITO の透明導体膜をエッチングして陽極 2 を形成する。陽極 2 は帯状で、間隔をおいて平行に複数個形成される。陽極の幅および陽極間の間隔は、それぞれ上記第 1 の発明のそれと同じにすればよい。

【0081】次に、図 6 (b) に示すように、ホトレジストのマスク 11 を残したまま、絶縁膜 3 として、例えば SiO を蒸着する。 SiO 膜は陽極 2 とほぼ同じ厚さに形成する。先に説明したように、絶縁膜 3 は、表 2 に示した物質から選択すれば良い。

【0082】次に、図 6 (c) に示すように、ホトレジストのマスク 11 を除去する。マスク 11 の上の絶縁膜 3 はマスク 11 と共に除去され、陽極 2 と絶縁膜 3 とが交互に並んだほぼ平坦な面が得られる。

【0083】次に、図 6 (d) に示すように、陽極 2 と絶縁膜 3 の表面に正孔注入輸送層 4、発光層 5、電子注入輸送層 6 を蒸着法により順次堆積する。正孔注入輸送層 4、発光層 5、電子注入輸送層 6 の材質及び厚さは上記図 1 で説明したものと同一である。

【0084】次に、図 6 (e) に示すように、陰極形成予定領域に開口部 13 を有する金属マスク 12 を電子注入輸送層 6 の表面に設ける。開口部 13 を通して、例えば Mg と Ag を共蒸着して厚さ 200 nm の $Mg-Ag$ 陰極 7 を形成する。理解し易いように、図 6 (e) では、金属マスク 12 を電子注入輸送層 6 の表面から離して描いているが、実際は金属マスク 12 を電子注入輸送

層 6 の表面に密着させている。

【0085】また、図 6 (e) ~ (f) は、図 6 (a) ~ (d) とは直角方向の断面を示し、マスク 12 の開口部 13、複数の陰極 7 の断面が表示されるようにしてある。電子注入輸送層 6 の表面はほぼ平面になっているから、金属マスク 12 と電子注入輸送層 6 との間には隙間が殆どなく、従って陰極形成時の蒸着粒子の廻り込みが殆どなく、陰極が滲んだように広がることはない。そのため、発光のにじみがなくなる。

【0086】次に、図 6 (f) に示すように、陰極 7 の表面および電子注入輸送層 6 の露出面に絶縁膜 8 を 300 nm の厚さに被着する。絶縁膜 8 として、 SiO 、 SiO_2 、 SiN 、 Si_3N_4 、 AlO_2 、 Al_2O_3 、 Y_2O_3 等の無機絶縁体あるいはホトレジストとして使用される感光性のポリカーボネート、ポリエステル、ポリイミド等の有機絶縁体等を使用することができる。

【0087】本発明の第 5 の発明の実施の形態及び実施例を、工程順に示した図 7 の断面図を用いて説明する。

【0088】まず、図 7 (a) に示すように、ガラスのような透明基板 1 の上に ITO の透明導体膜を蒸着法で、例えば 500 nm の厚さに形成する。この上にホトレジストのマスク 11 を形成し、これを用いて透明導体膜をエッチングして陽極 2 を形成する。陽極 2 は帯状で、間隔をおいて平行に複数個形成される。そして、ホトレジストのマスク 11 を除去する。

【0089】次に、図 7 (b) に示すように、絶縁膜 3 を陽極 2 と同じ厚さに被着する。絶縁膜 3 は、表 2 に示した物質から選択すれば良い。

【0090】次に、図 7 (c) に示すように、化学的機械的研磨法 (CMP 法) により陽極 2 の上の絶縁膜 3 を除去する。これにより陽極 2 と絶縁膜 3 とがほぼ同一平面を形成して並んだ平坦な面が得られる。

【0091】次に、図 7 (d) に示すように、陽極 2 と絶縁膜 3 の表面に正孔注入輸送層 4、電子注入輸送層 6 を堆積する。正孔注入輸送層 4、電子注入輸送層 6 の材質及び厚さは、図 4 で説明したものと同一である。

【0092】次に、図 7 (e) に示すように、電子注入輸送層 6 の表面の陰極形成予定領域に開口部 13 を有する金属マスク 12 を設ける。開口部 13 を通して、例えば Mg と Ag を共蒸着して $Mg-Ag$ 陰極 7 を形成する。理解し易いように、図 7 (e) では金属マスク 12 を電子注入輸送層 6 の表面から離して描いているが、実際は金属マスク 12 を電子注入輸送層 6 の表面に密着させている。

【0093】また、図 7 (e) ~ (f) は、図 7 (a) ~ (d) とは直角方向の断面を示し、マスク 12 の開口部 13、複数の陰極 7 の断面が表示されるようにしてある。陰極形成時の蒸着粒子の廻り込みが殆どなく、陰極が滲んだように広がることなく、発光のにじみがなくなることは、図 6 (e) で説明した第 4 の発明の場合と

同じである。

【0094】次に、図7(f)に示すように、陰極7の表面および電子注入輸送層6の露出面に絶縁膜8を被着する。絶縁膜8は、図6(e)で説明した第4の発明の場合と同じである。

【0095】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の有機EL素子は、陽極と陽極との間に陽極とほぼ同じ厚さの絶縁膜を設けて陽極による段差を極めて小さくしたので、正孔注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の有機層はいずれもほぼ平坦な一様厚さの層となり、薄い部分ができないから、陽極と陰極との間に形成される電界は一様電界となり、このため漏れ電流、絶縁破壊が起こり難くなり、クロストークや発光のにじみを防ぐことができる。また、陰極は平坦な有機層の上に形成されるから、薄い部分ができず、抵抗値の増大や陰極の断線を生じない。

【0096】また、本発明の有機EL素子は、絶縁膜の屈折率を選択することにより、非発光領域への光の射出を低減できるので、発光のにじみを低減することができる。

【0097】本発明の有機EL素子の製造方法は、陽極と陽極との間に陽極と同じ厚さの絶縁膜を容易に形成することができるので、陽極による段差をなくことができ、クロストーク、発光のにじみ、陰極抵抗値の増大、断線を防止した有機EL素子を製造することができる。

【0098】また、本発明の有機EL素子の製造方法は、ホトレジストのリフトオフ法を利用することができるので、陽極と陽極との間に陽極とほぼ同じ厚さの絶縁膜を容易に形成することができる。

【0099】さらに、本発明の有機EL素子の製造方法は、化学的機械的研磨法を利用することができるので、陽極と陽極との間に陽極とほぼ同じ厚さの絶縁膜を容易に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の有機EL素子の実施の形態の例の斜視図である。

【図2】図1の第1の発明の実施の形態の例のうち、絶縁膜の屈折率を選択した第2の発明の実施の形態における光路を説明するための部分断面図である。

【図3】図1の第1の発明の実施の形態の例と従来品の電圧—電流特性図である。

【図4】第3の発明の実施の形態の例の斜視図である。

【図5】第3の発明の実施の形態の内、発光層を1層にした例の斜視図である。

【図6】第4の発明の形態の例を説明するための工程順に示した断面図である。

【図7】第5発明の実施の形態の例を説明するための工程順に示した断面図である。

【図8】従来の有機EL素子の第1の例の斜視図および部分断面図である。

【図9】従来の有機EL素子の第2の例を説明するための製造工程順に示した断面図である。

【図10】図9で説明した方法によって製造した有機EL素子の部分切欠き斜視図である。

【図11】従来の有機EL素子の第3の例を説明するための製造工程順に示した断面図である。

【図12】従来の第3の例の有機EL素子の製造方法における問題点を説明するための断面図である。

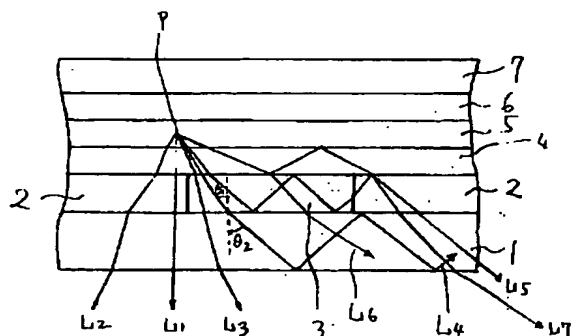
【図13】従来の有機EL素子の第4の例を説明するための斜視図である。

【図14】従来の有機EL素子の第5の例を説明するための一部切欠き斜視図および断面図である。

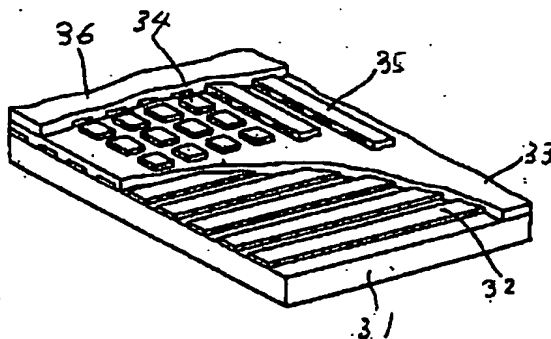
【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 陽極
- 3 絶縁膜
- 4 正孔注入輸送層
- 5 発光層
- 6 電子注入輸送層
- 7 陰極
- 8 絶縁膜化学式等を記載した書面

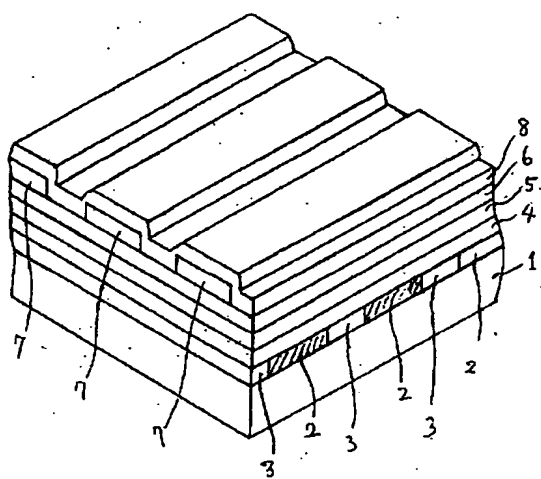
【図2】



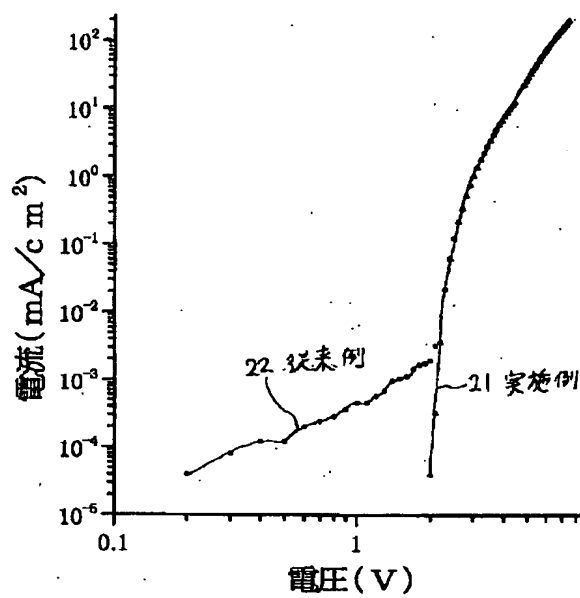
【図10】



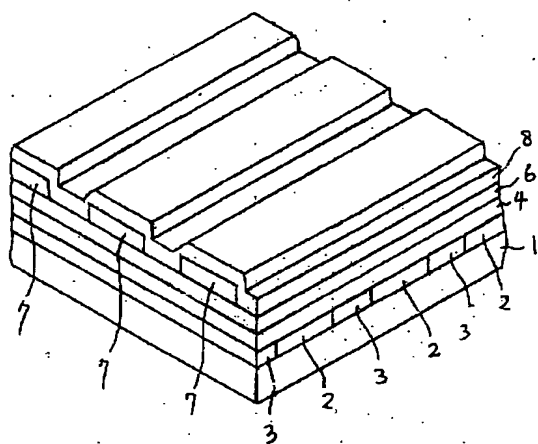
【図1】



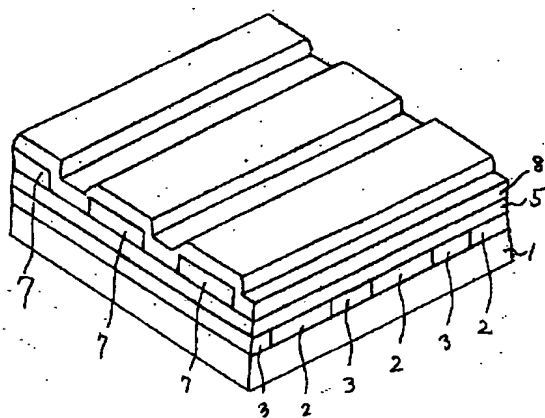
【図3】



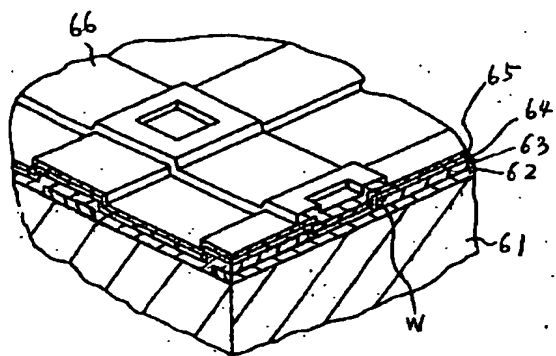
【図4】



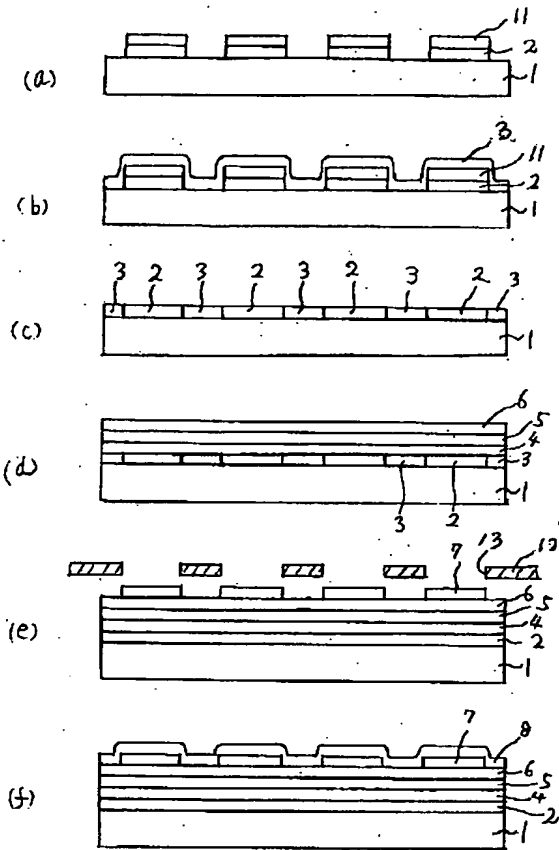
【図5】



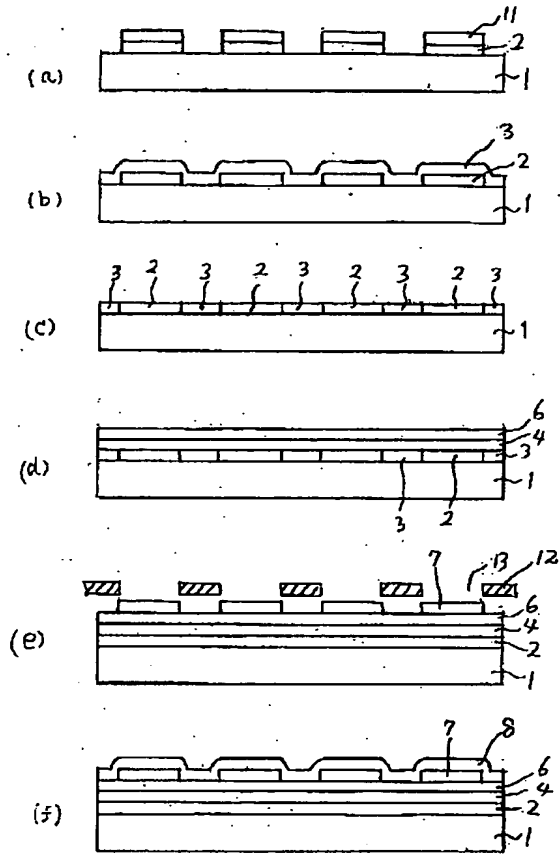
【図13】



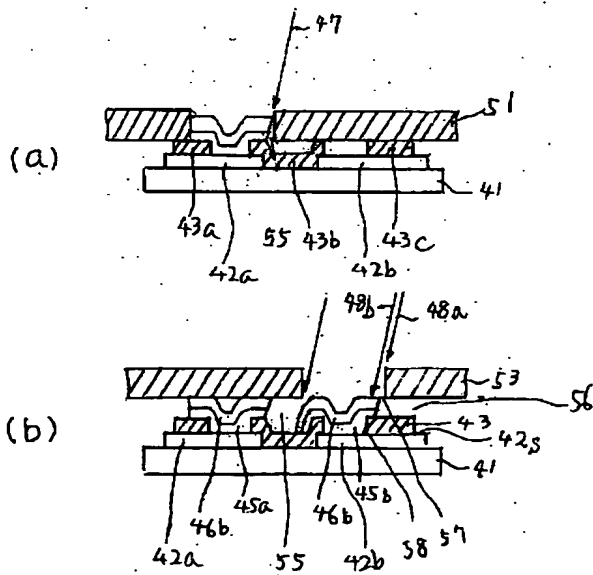
【図6】



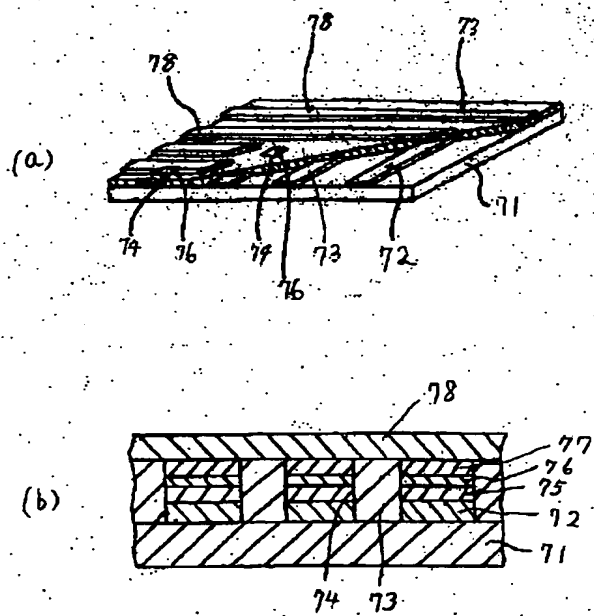
【図7】



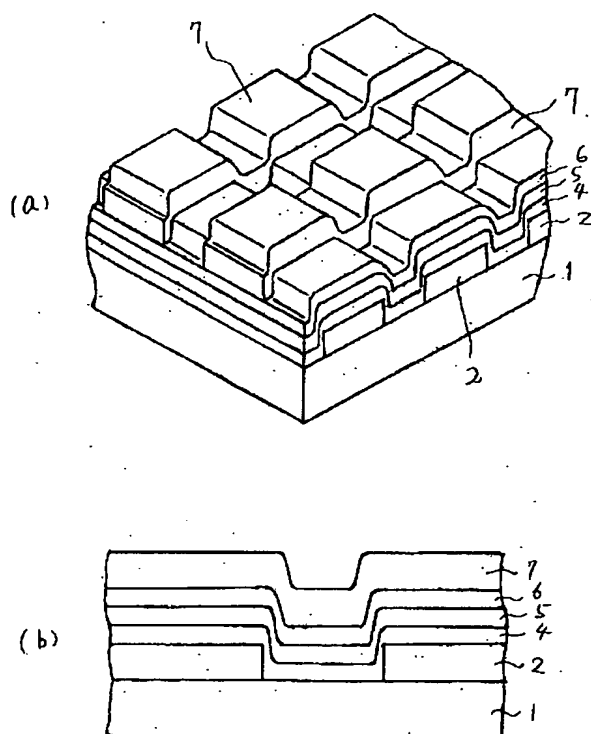
【図12】



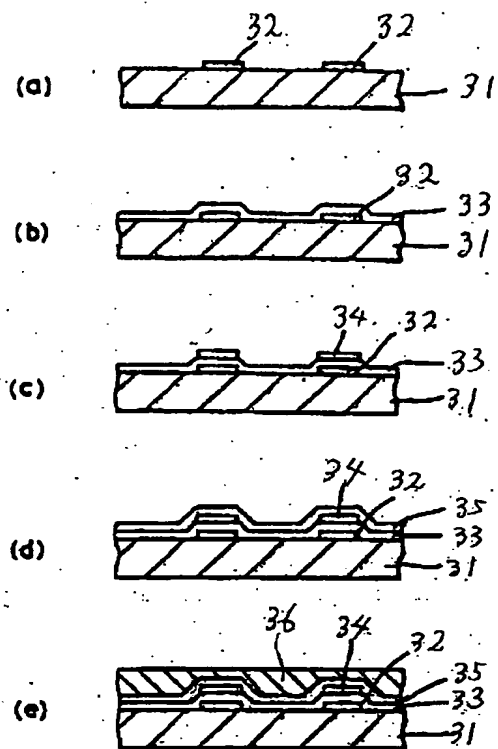
【図14】



【図8】



【図9】



【図11】

